

(54) DRY ETCHING OF ALUMINUM AND ALUMINUM ALLOY

(11) 2-71519 (A) (43) 12.3.1990 (19) JP

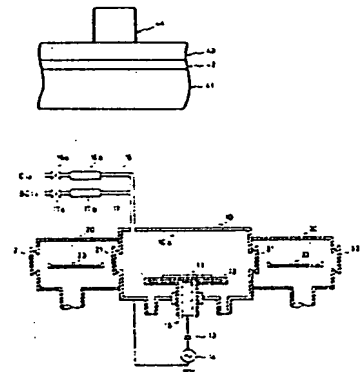
(21) Appl. No. 63-222994 (22) 6.9.1988

(71) TOSHIBA CORP (72) KEIJI HORIOKA(3)

(51) Int. Cl.³ H01L21/302, C23F4/00

PURPOSE: To execute an etching operation at high speed by a method wherein, when a pattern of an aluminum film or an aluminum alloy film is formed; a mixed gas which has been mixed so as to obtain a specific value of a mixture ratio of boron halogenide to chlorine and whose main components are chlorine and boron halogenide is used.

CONSTITUTION: A silicon oxide film 42 formed by thermal oxidation is formed on a silicon substrate 41; after that, an aluminum-silicon-copper alloy film 43 is formed by a sputter evaporation method; a resist pattern 44 is formed on this alloy film 43, a fundamental object to be processed which has been formed in this manner is etched by using a dry etching apparatus. As dry etching conditions during this process; a mixed gas whose main components are chlorine and boron chloride is used as an etching gas; a ratio of chlorine gas to boron chloride gas is set at 25 to 100%. A pressure of the mixed gas is set within a range of 1 to 20 Pa. Thereby, it is possible to execute an etching operation at high speed and nearly uniformly irrespective of whether a pattern density is large or small.



(54) REMOVAL OF RESIST

(11) 2-71520 (A) (43) 12.3.1990 (19) JP

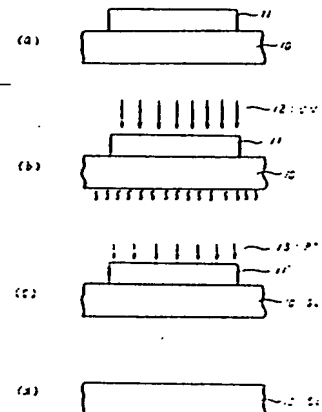
(21) Appl. No. 63-222241 (22) 7.9.1988

(71) OKI ELECTRIC IND CO LTD (72) TOSHIYUKI ORITA(1)

(51) Int. Cl.³ H01L21/302, H01L21/027

PURPOSE: To increase an ashing velocity by a method wherein a resist is cured by using ultraviolet rays and, after that, the resist is removed at a prescribed ashing temperature.

CONSTITUTION: An Si substrate 10 is coated with a positive resist 11; after that, the positive resist 11 is patterned. Then, the positive resist 11 is irradiated with ultraviolet rays 12; the substrate 10 is heated. Then, phosphorus ions 13 are implanted into a positive resist 11' which has been cured by the ultraviolet rays. Then, the resist 11' is removed at an ashing temperature of 150 to 300°C by using a single-wafer asher. Thereby, a popcorn phenomenon is not caused and it is possible to obtain a high ashing velocity without residue after an ashing operation.



(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUIT DEVICE

(11) 2-71521 (A) (43) 12.3.1990 (19) JP

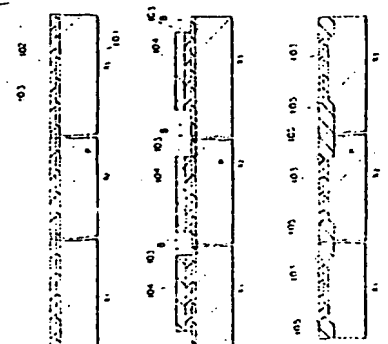
(21) Appl. No. 64-107641 (22) 28.4.1989

(71) HITACHI LTD (72) SHINICHIRO MITANI

(51) Int. Cl.³ H01L21/316, H01L21/76, H01L27/108

PURPOSE: To realize a high integration of an IC by a method wherein a film thickness of a field insulating film is specified to a prescribed range in order to reduce an area of a dielectric isolation region FO.

CONSTITUTION: A field insulating resist film 105 is formed selectively on the surface of an Si substrate 101. That is to say, a photoresist film 104 is removed; after that, the surface of the Si substrate 101 is oxidized selectively by thermal oxidation by making use of an Si₃N₄ film 103 as a mask; the SiO₂ film 105 with a thickness of about 5000 Å is formed. This field SiO₂ film is removed gradually during individual processes in posterior processes; when it is completed, it is limited to a range of 2500 to 6000 Å. Thereby, the area of a dielectric isolation region of an element which constitutes an IC can be reduced sharply. Especially, since an FO area can be reduced in a 1 MOS type D-RAM, it is possible to manufacture a 256 K whose chip size is nearly identical to that of a 64K.



⑨ 日本国特許庁(JP) ⑩ 特許出願公開
⑪ 公開特許公報(A) 平2-71519

⑫ Int. Cl.³
H 01 L 21/302
C 23 F 4/00
H 01 L 21/302

識別記号 庁内整理番号
C 8223-5F
E 7047-4K
C 8223-5F

⑬ 公開 平成2年(1990)3月12日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全11頁)

⑭ 発明の名称 アルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法

⑮ 特 願 昭63-222994

⑯ 出 願 昭63(1988)9月6日

⑰ 発 明 者 堀 岡 啓 治 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究
所内
⑰ 発 明 者 村 口 要 也 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究
所内
⑰ 発 明 者 有 門 経 敏 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究
所内
⑰ 発 明 者 岡 野 晴 雄 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究
所内
⑰ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
⑰ 代 理 人 弁 理 士 木 村 高 久

明 細 書

1. 発明の名称

アルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法。

2. 特許請求の範囲

(1) 表面に所定のマスクパターンの形成されたアルミニウムあるいはアルミニウム合金膜を含む被処理基体を、エッチングガスを含む容器内に設置し、放電プラズマを形成し、該被処理基体表面にはば垂直なイオン線を生成し、該アルミニウムあるいはアルミニウム合金膜を該マスクパターンに沿って選択的にエッチングするドライエッチング方法において、

前記エッチングガスが、塩素(Cl₂)とハロゲン化炭素(BX₃):X=Cl, Br)を主成分とする混合ガスであって、塩素に対するハロゲン化炭素の割合を25モル%以上100モル%以下としたことを特徴とするアルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法。

(2) 前記エッチングガスの圧力を1.0Pa以上

2.0Pa以下としたことを特徴とする請求項(1)記載のアルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法。

(3) 前記容器内には、磁場が形成されていることを特徴とする請求項(1)記載のアルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法。

3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

(産業上の利用分野)

本発明は、アルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法に係り、特に、パターン密度が局所的に大きく異なるようなパターンを同時に精度よくパターンニングするための方法に関する。

(従来の技術)

反応性イオンエッチング法(RIE)や反応性イオンビームエッチング法(RIBE)は、マスクパターンに沿って垂直に下地材料をエッチング加工するドライエッチング手段として用いられ、特に、半導体集積回路素子の微細化に大きな役割

を果たしている。

これらのドライエッチング手段では、プラズマ中で生成されたイオンが、基体表面にほぼ垂直に入射衝突して、エッチングガスと基板との化学反応を促進し、マスクパターン下にアンダーカットの生じない異方性エッチングが達成される。

従来、アルミニウムおよびアルミニウム合金のエッチングには塩化硼素 (BCl_3) や臭化硼素 (BF_3) を主成分とし、これに30%以下の酸素 (Cl_2) を添加した混合ガスが用いられている (ジャーナルオブエレクトロケミカルソサエティ第135巻1184ページ J. Electrochem. Soc., Vol. 135 pp 1984)。

また、異方エッチング法としては、エッチングガスとして酸素ガスを用い、このガス圧を1.0 Pa乃至20 Paの範囲とした方法も提案されている。この方法は、ガス圧を1.0 Pa乃至20 Paの範囲にしたとき、酸素分子はアルミニウムおよびアルミニウム合金とイオン衝突のない状態

にいたり、あるいは逆にオーバーエッチングが生じていたりすることがある。

例えば、配線パターン形成に際し、配線間の回路を防止するためには、全ての領域でエッチングが終了するまで、エッチングを続行する必要がある。しかしながら、この間にエッチング速度の大きい領域では過剰にエッチングが進み、その結果、アルミニウム配線層の下地の絶縁層が損傷を受けたり、マスクの下にもエッチングが進行するアンダーカットが生じたりして、深刻な問題となっていた。

このようなローディング効果を防止するには、エッチングガスの圧力を大幅に下げるという方法がある。しかしながら、ガス圧を下げると、酸素分子とアルミニウムとの反応が抑制され、エッチング速度が大幅に低下してしまうという問題があった。

(見明が解決しようとする課題)

このように、アルミニウムおよびアルミニウム合金の加工に際して、パターン密度の差が大きい

付図第2-7151N (2)

でも容易に反応することを利用したものである。

ところで、近年、IC基体集積回路素子の用途が広がり、回路パターンも多様化しており、これに伴い、新しい問題点が生れてきている。この一つは、1チップの回路内に配線パターンが密集した領域と、まばらな領域とが共存することによって生じるローディング (loading) 効果が比較的大きいことである。

このローディング効果とは、被エッチング物の露出面積が変化すると同時に、単位面積当たりのエッチャントの供給量が変動するため、エッチング速度が変化する現象や、マスク部分の面積の変化に伴い、スパッタ効果でマスクから放出される炭素等の不純物が変動し、エッチング特性が変化するという現象である。

このようにチップ内部の配線パターンの高密度性が大きい場合、ローディング効果によって部分毎にエッチング速度に差が生じる。すなわち、配線密度の高い部分ではエッチングが終了しているのに対し、配線密度の低い部分ではアルミニウムが

場合、エッチング速度の局所的な変動すなわちローディング効果を生じ易く、またこのローディング効果を抑制しようとするとき、エッチング速度が低下するという問題があった。

本発明は、前記文書に鑑みてなされたもので、パターン密度の大小にかかわらず、迅速かつほぼ均一なエッチングを行うことのできるドライエッチング方法を提供することを目的とする。

(発明の構成)

(課題を解決するための手段)

そこで本発明では、アルミニウムあるいはアルミニウム合金膜のパターン形成のためのドライエッチングに際し、酸素に対するハロゲン化硼素の混合比が25モル%以上100モル%以下であるように混合された酸素 (Cl_2) およびハロゲン化硼素 (BX) : $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$) を主成分とする混合ガスを用いるようにしている。

また、本発明では、アルミニウムあるいはアルミニウム合金膜のパターン形成のためのドライエッチングに際し、酸素に対するハロゲン化硼素の

混合比が25モル%以上100モル%以下であつてかつ圧力が1.0Pa以上20Pa以下であるように混合された塩素(Cl_2)およびハロゲン化元素(BX): $\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}$)を主成分とする混合ガスを用いるようにしている。

さらにまた、本発明では、アルミニウムあるいはアルミニウム合金製のパターン形成のためのドライエッチングに際し、塩素に対するハロゲン化元素の混合比が25モル%以上100モル%以下であるように混合された塩素(Cl_2)およびハロゲンを混入した(BX): $\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}$)を主成分とする混合ガスを用いて、絶縁体の中で放電プラズマを発生し異方性エッチングを行うようにしている。

(作用)

本発明若しくは、アルミニウムあるいはアルミニウム合金製を、塩素とハロゲン化元素を主成分とするエッチングガスを用いて、ドライエッチングする方法において、ガスの組成比および圧力範囲を変化させ、実験を行った結果、これらを最適範囲

に選ぶようにすれば、パターンの縁部差によるエッチング速度の差が小さくかつエッチング速度の比較的高いエッチングを行うことが可能であることを発見し、本発明は、これに基いてなされたものである。

すなわち、塩素に対するハロゲン化元素の混合比を25モル%以上100モル%以下とすると、エッチング材料のマスク被覆率に対するエッチング速度の影響が無視できる程度に小さくなることを発見した。

また、この効果はエッチングガスの圧力が1.0Pa以上20Pa以下であるとき、特に顕著であることがわかった。さらに、エッチング速度は、塩素に対するハロゲン化元素の混合比の増大と共に単調に減少するが、許容範囲内にあることが確かめられた。

さらにまた、絶縁体のなかで放電プラズマを発生させることにより、より異方性の高いエッチングが可能となる。

このように、本発明の方法によれば、パターン

密度依存性が小さく、エッチング速度の高いドライエッチングが可能となる。

(実施例)

以下、本発明の実施例について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

第1図は、本発明の方法に用いられるドライエッチング装置の概略構成図である。

このドライエッチング装置は、エッチング室10と、導入用予備室20と、排出用予備室30とから構成され、エッチング室10と、導入用予備室20および排出用予備室30との間にはそれぞれゲートバルブ21および31により仕切られ、エッチング室を真空に保持したまま、それぞれ導入用予備室20および排出用予備室30に配設されたゲートバルブ22および32から被処理基板を導入および排出することができ、大気中の水分や酸素等の悪影響を避けることができるようになっている。23および33は基板吸着台である。

また、エッチング室10は、真空容器10a内に配設された、被処理基板11を収容するための

第1の電極12と、この第1の電極12に13.56MHzの高周波電圧を印加すべくブロッキングキャパシタ13を介して接続された高周波電極14と、第1の電極12を冷却するための冷却管15と、塩素ガス供給ライン16と、塩化元素供給ライン17とを具備し、真空容器10a内に塩素および塩化元素を導入しつつ、この第1の電極12と第2の電極を兼ねた真空容器10aの内壁との間に高周波電圧が印加されるようになっている。

この塩素ガス供給ライン16および塩化元素供給ライン17は、それぞれバルブ16aおよび17aと、流量調整器16bおよび17bを具備し、流量およびガス圧を所望の値に調整できるようになっている。

次に、このドライエッチング装置を用いたエッチング方法について説明する。

まず、第2図(a)に示すように、被処理基板を形成する。すなわち、シリコン基板41上に、熱酸化によって形成された酸化シリコン(SiO_2)膜42を形成した後、スパッタ装置

法によりアルミニウム-シリコン-銅合金膜 (Al-Si-Cu) 43を形成し、このアルミニウム-シリコン-銅合金膜43上にレジストパターン44を形成する。このレジストパターンは、型硬化型のOFPR800と塗布されているフォトリソレジストを、基板表面に塗布し、フォトリソによって選択的に除去し、形成される。そして、このマスクパターンとしては、シリコン基板の全表面に対するパターン面積が0%~50%の範囲内で様々なものを用いた。

このようにして形成された被処理基板を、第1図に示したドライエッチング装置を用いてエッチングする。

このときのエッチング条件は、エッチングガスとして塩素(Cl₂)および塩化銅系(BCl₃)を主成分とする混合ガスを用い、ガス流量は75 sccm/分、圧力は3Pa、印加したRF電力は電極1個当たり0.8Wとした。

このときのエッチング結果は、第3図に示すように、エッチングガスとして塩素ガスのみを用い

スの比が25%~100%のものを用いるのが望ましい。

さらに、第2図(b)に示すように、マスクパターンをフォトリソに替えて、酸化シリコン膜パターン45とした場合のマスク被覆率とエッチング速度との関係を測定した結果を第4図に示す。エッチング条件については、前記エッチング時と同様とする。

ここでも曲線aは、塩素ガスのみをエッチングガスとして用いた場合のマスク被覆率とエッチング速度との関係を示す。ここで、エッチングガスとして塩素ガスのみを用いた場合(曲線a)、マスク被覆率0のサンプルに対しては0.85μm/分のエッチング速度が得られるにもかかわらず、エッチング速度はマスク被覆率と共に単調に増加し、マスク被覆率50%の場合は1.5μm/分とエッチング速度は約1.8倍に速している。このように、マスクパターン依存性が極めて大きい。これに対し、エッチングガスとしての塩素ガスに塩化銅系ガスを15%(曲線b)、25%(曲線

図4 図5 図6 図7 図8 図9 図10 図11 図12 図13 図14 図15 図16 図17 図18 図19 図20 図21 図22 図23 図24 図25 図26 図27 図28 図29 図30 図31 図32 図33 図34 図35 図36 図37 図38 図39 図40 図41 図42 図43 図44 図45 図46 図47 図48 図49 図50 図51 図52 図53 図54 図55 図56 図57 図58 図59 図60 図61 図62 図63 図64 図65 図66 図67 図68 図69 図70 図71 図72 図73 図74 図75 図76 図77 図78 図79 図80 図81 図82 図83 図84 図85 図86 図87 図88 図89 図90 図91 図92 図93 図94 図95 図96 図97 図98 図99 図100 図101 図102 図103 図104 図105 図106 図107 図108 図109 図110 図111 図112 図113 図114 図115 図116 図117 図118 図119 図120 図121 図122 図123 図124 図125 図126 図127 図128 図129 図130 図131 図132 図133 図134 図135 図136 図137 図138 図139 図140 図141 図142 図143 図144 図145 図146 図147 図148 図149 図150 図151 図152 図153 図154 図155 図156 図157 図158 図159 図160 図161 図162 図163 図164 図165 図166 図167 図168 図169 図170 図171 図172 図173 図174 図175 図176 図177 図178 図179 図180 図181 図182 図183 図184 図185 図186 図187 図188 図189 図190 図191 図192 図193 図194 図195 図196 図197 図198 図199 図200 図201 図202 図203 図204 図205 図206 図207 図208 図209 図210 図211 図212 図213 図214 図215 図216 図217 図218 図219 図220 図221 図222 図223 図224 図225 図226 図227 図228 図229 図230 図231 図232 図233 図234 図235 図236 図237 図238 図239 図240 図241 図242 図243 図244 図245 図246 図247 図248 図249 図250 図251 図252 図253 図254 図255 図256 図257 図258 図259 図260 図261 図262 図263 図264 図265 図266 図267 図268 図269 図270 図271 図272 図273 図274 図275 図276 図277 図278 図279 図280 図281 図282 図283 図284 図285 図286 図287 図288 図289 図290 図291 図292 図293 図294 図295 図296 図297 図298 図299 図300 図301 図302 図303 図304 図305 図306 図307 図308 図309 図310 図311 図312 図313 図314 図315 図316 図317 図318 図319 図320 図321 図322 図323 図324 図325 図326 図327 図328 図329 図330 図331 図332 図333 図334 図335 図336 図337 図338 図339 図340 図341 図342 図343 図344 図345 図346 図347 図348 図349 図350 図351 図352 図353 図354 図355 図356 図357 図358 図359 図360 図361 図362 図363 図364 図365 図366 図367 図368 図369 図370 図371 図372 図373 図374 図375 図376 図377 図378 図379 図380 図381 図382 図383 図384 図385 図386 図387 図388 図389 図390 図391 図392 図393 図394 図395 図396 図397 図398 図399 図400 図401 図402 図403 図404 図405 図406 図407 図408 図409 図410 図411 図412 図413 図414 図415 図416 図417 図418 図419 図420 図421 図422 図423 図424 図425 図426 図427 図428 図429 図430 図431 図432 図433 図434 図435 図436 図437 図438 図439 図440 図441 図442 図443 図444 図445 図446 図447 図448 図449 図450 図451 図452 図453 図454 図455 図456 図457 図458 図459 図460 図461 図462 図463 図464 図465 図466 図467 図468 図469 図470 図471 図472 図473 図474 図475 図476 図477 図478 図479 図480 図481 図482 図483 図484 図485 図486 図487 図488 図489 図490 図491 図492 図493 図494 図495 図496 図497 図498 図499 図500 図501 図502 図503 図504 図505 図506 図507 図508 図509 図510 図511 図512 図513 図514 図515 図516 図517 図518 図519 図520 図521 図522 図523 図524 図525 図526 図527 図528 図529 図530 図531 図532 図533 図534 図535 図536 図537 図538 図539 図540 図541 図542 図543 図544 図545 図546 図547 図548 図549 図550 図551 図552 図553 図554 図555 図556 図557 図558 図559 図560 図561 図562 図563 図564 図565 図566 図567 図568 図569 図570 図571 図572 図573 図574 図575 図576 図577 図578 図579 図580 図581 図582 図583 図584 図585 図586 図587 図588 図589 図590 図591 図592 図593 図594 図595 図596 図597 図598 図599 図600 図601 図602 図603 図604 図605 図606 図607 図608 図609 図610 図611 図612 図613 図614 図615 図616 図617 図618 図619 図620 図621 図622 図623 図624 図625 図626 図627 図628 図629 図630 図631 図632 図633 図634 図635 図636 図637 図638 図639 図640 図641 図642 図643 図644 図645 図646 図647 図648 図649 図650 図651 図652 図653 図654 図655 図656 図657 図658 図659 図660 図661 図662 図663 図664 図665 図666 図667 図668 図669 図670 図671 図672 図673 図674 図675 図676 図677 図678 図679 図680 図681 図682 図683 図684 図685 図686 図687 図688 図689 図690 図691 図692 図693 図694 図695 図696 図697 図698 図699 図700 図701 図702 図703 図704 図705 図706 図707 図708 図709 図710 図711 図712 図713 図714 図715 図716 図717 図718 図719 図720 図721 図722 図723 図724 図725 図726 図727 図728 図729 図730 図731 図732 図733 図734 図735 図736 図737 図738 図739 図740 図741 図742 図743 図744 図745 図746 図747 図748 図749 図750 図751 図752 図753 図754 図755 図756 図757 図758 図759 図760 図761 図762 図763 図764 図765 図766 図767 図768 図769 図770 図771 図772 図773 図774 図775 図776 図777 図778 図779 図780 図781 図782 図783 図784 図785 図786 図787 図788 図789 図790 図791 図792 図793 図794 図795 図796 図797 図798 図799 図800 図801 図802 図803 図804 図805 図806 図807 図808 図809 図810 図811 図812 図813 図814 図815 図816 図817 図818 図819 図820 図821 図822 図823 図824 図825 図826 図827 図828 図829 図830 図831 図832 図833 図834 図835 図836 図837 図838 図839 図840 図841 図842 図843 図844 図845 図846 図847 図848 図849 図850 図851 図852 図853 図854 図855 図856 図857 図858 図859 図860 図861 図862 図863 図864 図865 図866 図867 図868 図869 図870 図871 図872 図873 図874 図875 図876 図877 図878 図879 図880 図881 図882 図883 図884 図885 図886 図887 図888 図889 図890 図891 図892 図893 図894 図895 図896 図897 図898 図899 図900 図901 図902 図903 図904 図905 図906 図907 図908 図909 図910 図911 図912 図913 図914 図915 図916 図917 図918 図919 図920 図921 図922 図923 図924 図925 図926 図927 図928 図929 図930 図931 図932 図933 図934 図935 図936 図937 図938 図939 図940 図941 図942 図943 図944 図945 図946 図947 図948 図949 図950 図951 図952 図953 図954 図955 図956 図957 図958 図959 図960 図961 図962 図963 図964 図965 図966 図967 図968 図969 図970 図971 図972 図973 図974 図975 図976 図977 図978 図979 図980 図981 図982 図983 図984 図985 図986 図987 図988 図989 図990 図991 図992 図993 図994 図995 図996 図997 図998 図999 図1000

の場合(曲線a)、マスク被覆率0のサンプルに対しては0.85μm/分のエッチング速度が得られるにもかかわらず、エッチング速度はマスク被覆率と共に単調に減少し、マスク被覆率50%の場合、エッチング速度は約1/3に減少した。このように、マスクパターン依存性が極めて大きい。これに対し、エッチングガスとしての塩素ガスに塩化銅系ガスを15%(曲線b)、25%(曲線c)、50%(曲線d)と添加していくと、曲線は次第に傾きが小さくなって平坦となり、パターン密度に対する依存性が徐々に低減されていることがわかる。このように添加量を増やすほどパターン密度依存性が低下する傾向にあるが、マスク被覆率0のサンプルに対するマスク被覆率50%のサンプルのエッチング速度の比が60%程度が許容程度であり、このときの塩化銅系ガスの添加量は25%(曲線c)である。また、塩化銅系ガスの添加量が100%を超えると曲線eに示すようにエッチング速度が低くなる。従って、エッチングガスとして、塩素ガスに対する塩化銅系ガ

c)、50%(曲線d)と添加していくと、この場合も曲線は次第に傾きが小さくなって平坦となり、パターン密度に対する依存性が徐々に低減されていることがわかる。そして、添加量25%の場合、マスク被覆率によるエッチング速度の変動率は、20%程度となっている。

また、同様の実験を、酸化シリコン膜をマスクとして行ったところ、第4図に示した酸化シリコン膜パターンをマスクとした場合とはほぼ同じ特性を示すことが明らかとなった。

このように、打撃物であるフォトリソをマスクとした場合(第3図)と酸化シリコン膜または酸化シリコン膜等の無機膜をマスクとした場合とでは、マスク被覆率依存性すなわちパターン密度依存性は全く逆の傾向を示している。しかしながら、いずれのマスク材料を用いた場合も、一定量の塩化銅系を添加することによって、パターン密度依存性が大幅に低下している。また、加工形状もパターン密度に依存することなく、ほぼ同一であった。

さらに、酸化酸素ガスの添加に伴うエッチング速度の変動を測定した結果を第5図に示す。ここでは、測定はマスク被覆率0とした上記実施例と同様のサンプルについて行った。そして他のエッチング条件については、上記実施例の場合と同様にそれぞれガス流量は75 ml/min /分、圧力は2 Pa、印加したRF電力は電極1個当たり0.6 Wとした。この図からも明らかなように、エッチング速度は酸化酸素ガスの添加と共に単調に減少する。

以上の実験結果からわかるように、パターン依存性が小さくかつ比較的高いエッチング条件が得られるガス混合比は25%~100%程度である。

さらに、エッチングガスの圧力とエッチング速度との関係を測定した結果を第6図に示す。ここで曲線Aは酸素ガスのみをエッチングガスとした場合について、曲線Bは酸化酸素ガスと酸素ガスとを1:1で混合した(酸素ガスに対する酸化酸素ガスの混合比100%)混合ガスをエッチングガスとした場合であって放電を付加した場合の測定結果である。さらにA'およびB'はそれぞれの混合比についてエッチング初期のみ放電を付けない、

ておくためである。

第7図において、曲線Aと曲線A'とを比較すると、ほぼ同一線上にあり、酸素ガスのみをエッチングガスとした場合は、放電の有無にかかわらず、エッチング速度がほぼ同一であり、しかもガス流量にはほぼ比例して増大していることがわかる。この結果は、放電を付加した場合でも、主たるエッチング反応は酸素分子とアルミニウムとの反応であり、酸素ガスの供給によって反応が促進されていることを示唆している。

また曲線B'をみると、酸化酸素ガスと酸素ガスとを1:1で混合した混合ガスをエッチングガスとした場合であって放電を付加しない場合では、エッチング速度は、酸素ガスのみをエッチングガスとした曲線AおよびA'の場合と比較して、約1/2となり、やはり流量にはほぼ比例して増大することがわかる。この場合も主たるエッチング反応は酸素分子とアルミニウムとの反応であり、酸素ガスの供給によりエッチング反応が進行する。

これに対し、曲線Bでは他の場合と異なってい

くガスとした場合にの測定結果である。エッチング速度はいずれの混合比10 Pa程度で最大となる。そして、比較的高いエッチング速度を得ることができるのは1 Pa~20 Paの範囲に圧力を設定したときであることがわかる。

また全ガス流量に対するエッチング速度の関係を測定した結果を第7図に示す。ここでも、曲線Aは酸素ガスのみをエッチングガスとした場合について、曲線Bは酸化酸素ガスと酸素ガスとを1:1で混合した(酸素ガスに対する酸化酸素ガスの混合比100%)混合ガスをエッチングガスとした場合であって放電を付加した場合の測定結果である。さらにA'およびB'はそれぞれの混合比についてエッチング初期のみ放電を付けない、めとは放電を付加しない場合の測定結果である。ここでエッチング初期のみ放電を付けないようにしたのは、アルミニウムは酸素分子と反応するため放電なしにエッチング反応は進行するが、アルミニウム表面の自然酸化膜は酸素分子と反応しないため、この自然酸化膜をあらかじめ除去し

り、酸化酸素ガスと酸素ガスとを1:1で混合した混合ガスをエッチングガスとした場合であって放電を付加した場合では、エッチング速度はガスの流量に対する依存性が小さく、特に流量75 ml/min /分以上ではほぼ飽和する傾向にある。この結果は、エッチング反応の増速効果が酸素分子の供給とは異なることを示唆している。

このように、エッチング反応の増速効果が放電による原因として以下の3点が考えられる。

① 酸化酸素の放電分解物が酸素分子と反応することによって、気相中の酸素分子の濃度が減少する。

② 酸化酸素の放電分解物が、アルミニウム表面に吸着または増殖して、酸素分子とアルミニウムとの反応を抑制する。

③ 酸素分子によるエッチング生成物はAl₂O₃またはAl₂CO₃と考えられているが、酸化酸素を添加することにより別の反応生成物ができる。

これらの原因を明らかにするため、XPSによ

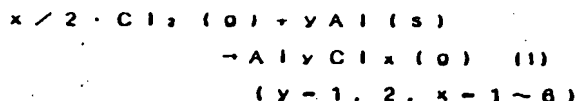
り、エッチング後のアルミニウム表面元素の分析を行った。ここでは、還元酸素ガスと酸素ガスとを1対1で混合した混合ガスをエッチングガスとした場合であって酸素分子によりエッチングが進行する放電を付加した場合と酸素分子によりエッチングが抑制される放電を付加しない場合とについて比較した結果を次表に示す。

表

	Al	O	Cl	C	B
Cl ₂ : -BCl ₃ 放電有り	30%	44%	3%	14%	9%
無し	35%	49%	1%	15%	0

って0℃の冷却水が見られており、放電開始前はウェハは0℃に保たれている。

第8図(a)の酸素ガスのみをエッチングガスとした場合、ウェハ温度は50℃まで一旦上昇し、その後エッチングされるアルミニウムがなくなり、下地の酸化シリコンがあらわれると、45℃に低下している。アルミニウムエッチング時に温度が上昇するのは、放電プラズマからの熱効果およびイオン衝撃による加熱と、アルミニウムのエッチング反応に伴う発熱によるものであると考えられる。また、エッチング終了後アルミニウム温度が下降するのは反応熱による発熱がなくなったためである。この結果は、アルミニウムの酸素によるエッチング反応(次式1)が全体として発熱反応であることを示している。



一方、第8図(b)の還元酸素ガスと酸素ガスとを1対1で混合した混合ガスをエッチングガス

酸素および酸素が検出されているのは、エッチング後一旦大気中に取り出したために表面のアルミニウムが酸化されたり、不純物が付着したりしたことによるものである。

この表で注目したいのは放電有りの場合のみ表面から酸素が検出されている点である。この結果は、酸化理由のまたは理由のにより、エッチング反応が抑制されている可能性があることを示している。

次に、エッチング時のウェハ温度を測定した結果を第8図に示す。第8図(a)は酸素ガスのみをエッチングガスとして放電を行いつつエッチングを行う場合についての、放電開始からのエッチング経過時間とウェハ温度との関係を示した結果を示し、第8図(b)は還元酸素ガスと酸素ガスとを1対1で混合した混合ガスをエッチングガスとして放電を行いつつエッチングを行う場合についての、放電開始からのエッチング経過時間とウェハ温度との関係を示した結果を示す。なお、ウェハの裏面されている電極には冷却水15℃

として放電を行いつつエッチングを行う場合は、Cl₂のみの場合と異なり、放電開始後、アルミニウムのエッチング反応が進行している間はウェハの温度上昇が温度は35℃にとどまっているのに対し、エッチングが終了して酸化シリコンが露出した後は、45℃まで温度上昇している。この結果は、アルミニウムのエッチング反応が全体として発熱反応であることを示唆している。

現時点では、このエッチング反応の反応式を特定することはできないが、酸素ガスのみでエッチングする場合とは、エッチングに伴う発熱が異なり、または、エッチング反応の生成物が異なる可能性がある。

このような実験結果から第3図において、酸素ガスの含有比率が大きいものは、フォトリソマスクの被覆率が增大するとエッチング速度が低下する傾向が強いのは、イオン衝撃によりフォトリソマスクがスパッタされ、その分解生成物がアルミニウム上に堆積して、酸素分子とアルミニウムとの反応を抑制しているためと考えられる。

スクパターンのピッチを変化させた実験によると、このようなスクパターンの増減による効果は、マスクから半径3mm程度すなわち約 $30\pi^2$ の面積範囲に及ぶことが明らかとなった。

また、第4図において、酸素ガスの含有比率が大きいものほど、酸化シリコンまたは窒化シリコンマスクの被覆率が增大すると、エッチング速度が増大する傾向が強いのは、つぎのような理由によるものと考えられる。酸化シリコンや窒化シリコン等の被覆膜はスパッタをうけにくく、エッチングを抑制するような分解生成物は見せず、マスクの被覆率が增大すると単位面積当たりの酸素ガス供給量が增大するため、エッチング速度が増大するものと思われる。

これら2つの場合の異なるエッチング速度依存性はいずれもエッチング反応が、主として反応式(1)に基づいて起こり、酸素分子とアルミニウムとの化学反応であることに起因する。

すなわち、化学反応であるため、表面の汚染物の影響を受け易く、また酸素の供給量に依存され

るため、アルミニウムの露出面積の変化の影響も受けやすい。これにより、酸化比率を25%以上増加すると、エッチング反応の増速効果が現れ、このようなパターン依存性が解消されたものと思われる。

次に、本発明の他の実施例について説明する。

この方法で使用するエッチング装置は、第9図に概略図を示すように、第2の電極を兼ねた真空容器10の上部に同心円状に配列され、回転軸19を中心にして同心回転される永久磁石18を備え、真空容器10内に最大200 Gaussの磁場が生ずるようになっていることを特徴とするもので、他部については第1図に示したエッチング装置と全く同様に構成されている。

この装置では、真空容器10に反応ガスを導入して、RF電力を印加すると、電極とこれに交差する磁場成分の効果により、プラズマ中の電子がサイクロイド運動をする。この結果、分子の解離効率が上がり、高周波のマグネトロンプラズマを得ることができるものである。

このエッチング装置を用いたアルミニウムのエッチング特性を測定した結果を第10図に示す。

第10図は、エッチング速度とガスの組成比との関係を示した結果を示し、前記実施例に於ける第7図に対応するものである。サンプルおよびエッチング条件については、前記実施例と全く同様にしておこなった。

すなわち、曲線Aは酸素ガスのみをエッチングガスとした場合について、曲線Bは酸化酸素ガスと酸素ガスを1対1で混合した(酸素ガスに対する酸化酸素ガスの混合比100%)混合ガスをエッチングガスとした場合であって放電を付加した場合の測定結果である。圧力は3Pa、印加したRF電力は電極1cm当たり0.6Wとした。

この装置によって実験を行った結果においても、第7図に示した前記実施例の場合と同様の特性を示す。すなわち、酸素ガスのみをエッチングガスとした曲線Aの場合、エッチング速度がほぼ酸素に比例して増大するのに対し、酸化酸素ガスと酸素ガスを1対1で混合した混合ガスをエッチ

ングガスとした曲線Bの場合は、炭素に対して飽和する傾向を示す。しかしながら、この飽和点に於けるエッチング速度が、前記実施例の場合3000A/分に過ぎないのに対し、マグネトロンプラズマを用いたこの場合は、5000A/分に達している。

また、マスクパターン面積すなわちマスク被覆率に対するエッチング速度依存性は、前記実施例の場合と同様であり、酸素のみでは極めて大きいのにに対し、酸化酸素を添加することにより、このエッチング速度依存性は大幅に低減され、酸化酸素に対する酸素の混合比が25%~100%の範囲で良好なエッチング結果を得ることができた。また、エッチング圧力0.3Pa乃至10Paの範囲で2000A/分という実用に応じ得るエッチング速度を得ることができた。

なお、本発明は、実施例に限定されるものではない。

例えば、実施例ではエッチング手段として、平行平板形の反応性イオンエッチング(RIE)が

およびマグネトロン形の反応性イオンエッチングを用いたが、電子サイクロトロン共振（ECR）プラズマを用いた異方性ドライエッチング等を用いる場合に対しても適用可能である。

さらに、前記実施例では、塩素ガスと塩化銅系ガスとの混合ガスを用いたが、塩化銅系に代えて、臭化銅系（BBr）を用いても同様の効果を実現することが確認されている。さらに、塩素ガスとハロゲン化銅系（BX）：X＝Cl、Br）を主成分として含み、ヘリウム（He）や窒素（N₂）等の不活性ガスや、一酸化炭素（CO）や四塩化炭素（CCl₄）等の炭素を含む混合ガスを用いる場合にも有効である。

さらにまた、被処理材料としては、実施例で用いたアルミニウム－シリコン－銅合金の他、アルミニウムまたはアルミニウムを主成分とする他の合金にも有効である。

（発明の効果）

以上説明してきたように、本発明の方法によれば、アルミニウムあるいはアルミニウム合金製の

して塩素ガスを用いた場合と塩化銅系と臭化銅系との混合ガスを用いた場合とにおけるエッチング速度に付くウェハ腐食の変化を示す図、第9図は本発明の他の実施例のエッチング装置を示す図、第10図は第9図のエッチング装置を用いてエッチングを行った場合の全ガス供給に対するエッチング速度の関係を示す図である。

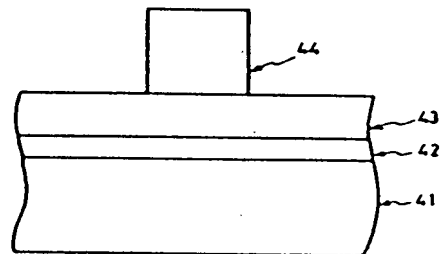
10－エッチング室、10a－真空窓、20－導入用予備室、3－排出用予備室、21、22、31、32－ゲートバルブ、23、33－基板設置台、11－被処理基板、12－第1の電極、13－ブロッキングダイオード、14－高周波電源、15－冷却管、16－塩素ガス供給ライン、17－臭化銅系供給ライン、16a、17a－バルブ、16b、17b－流量調整器、18－永久磁石、19－回転軸、41－シリコン基板、42－酸化シリコン膜、43－アルミニウム－シリコン－銅合金膜、44－レジストパターン、45－酸化シリコン膜パターン。

1000-2771010 (C)

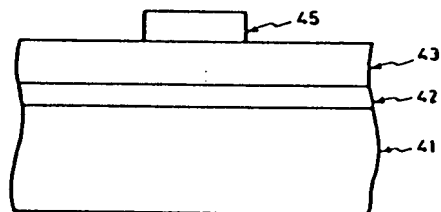
パターン形成に際し、塩素に対するハロゲン化銅系の混合比が25モル％以上100モル％であるように混合された塩素（Cl₂）およびハロゲン化銅系（BX）：X＝Cl、Br）を主成分とする混合ガスを用いるようにしているため、パターン腐食低減性が小さく、エッチング速度の高いドライエッチングが可能となる。

4. 図面の簡単な説明

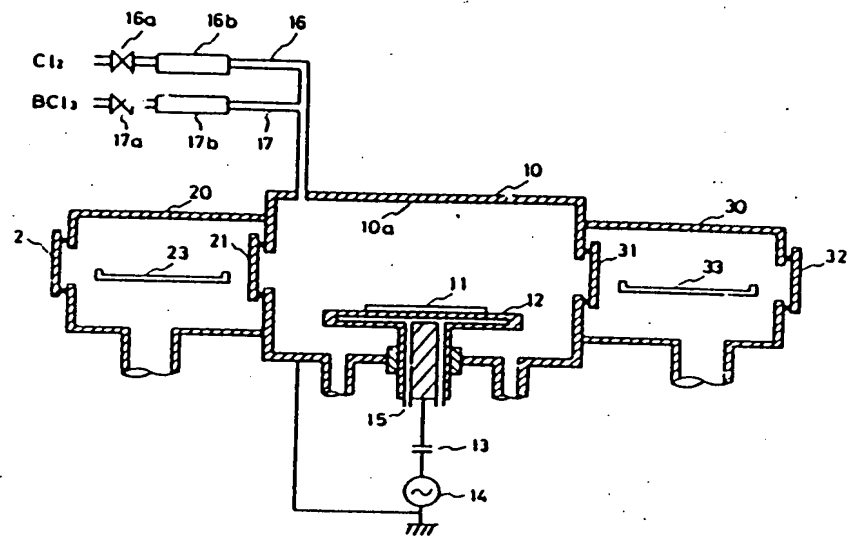
第1図は、本発明実施例のエッチング方法に用いられるエッチング装置を示す概略図、第2図（a）および第2図（b）は、それぞれ被処理基板を示す図、第3図および第4図は、それぞれ第2図（a）および第2図（b）の被処理基板に対し、エッチングを行なった場合のエッチング速度とマスク被覆率との関係を示す図、第5図は塩化銅系の添加量に対するエッチング速度の変動を示す図、第6図はエッチング圧力とエッチング速度との関係を示す図、第7図は全ガス供給に対するエッチング速度の関係を示す図、第8図（a）および第8図（b）はそれぞれエッチングガスと



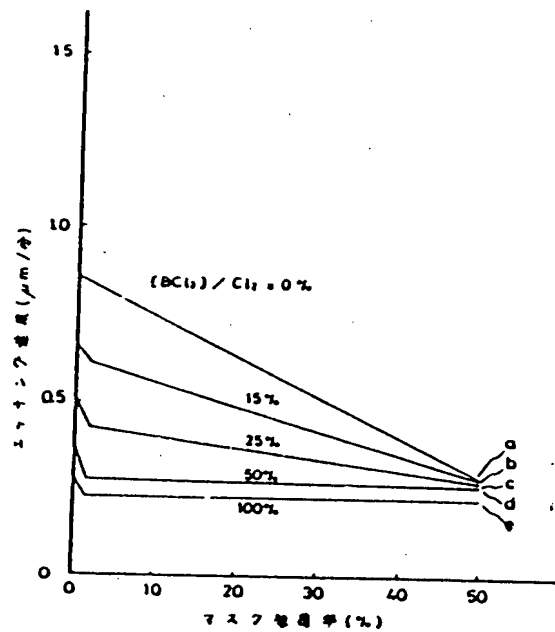
第2図 (a)



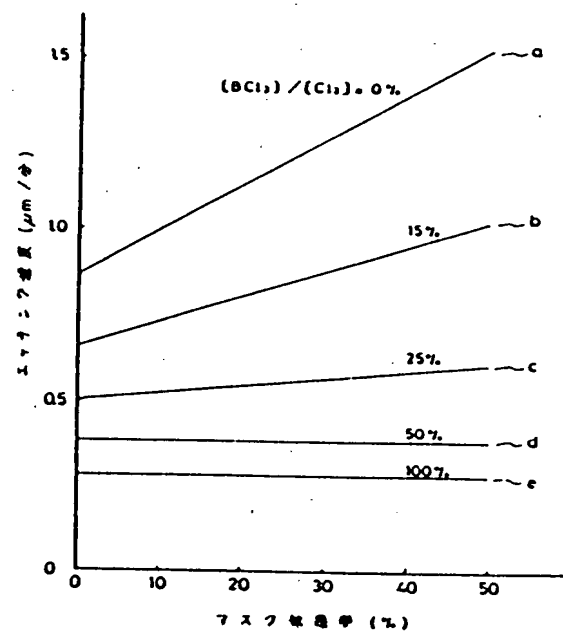
第2図 (b)



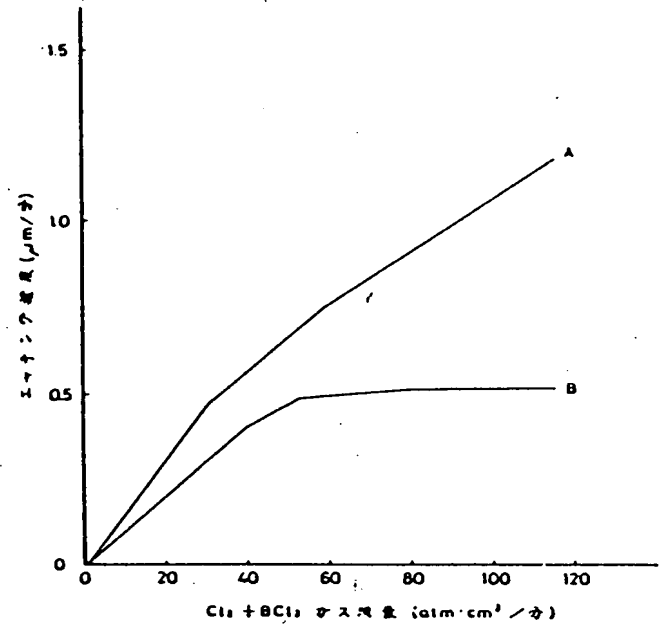
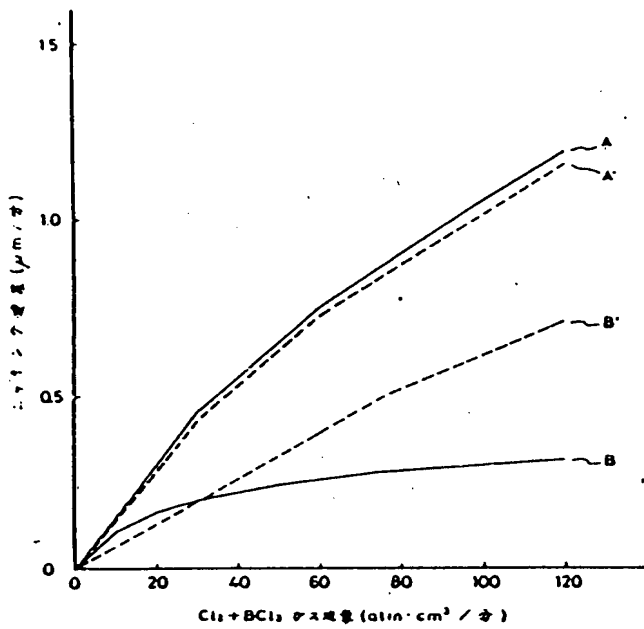
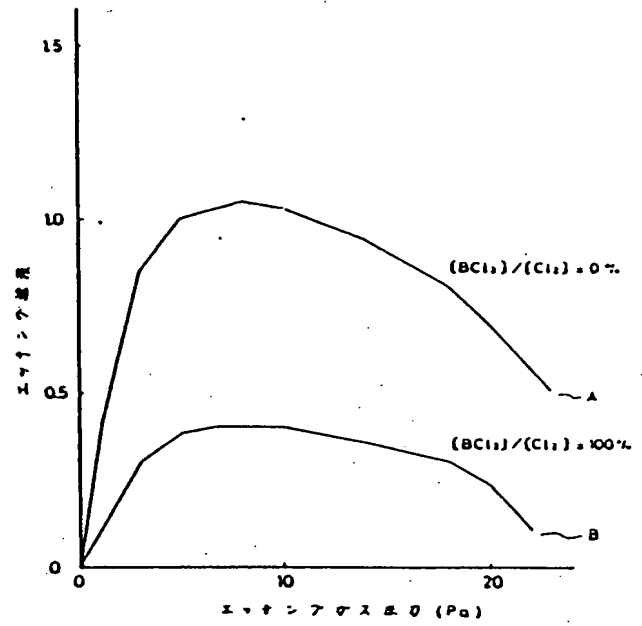
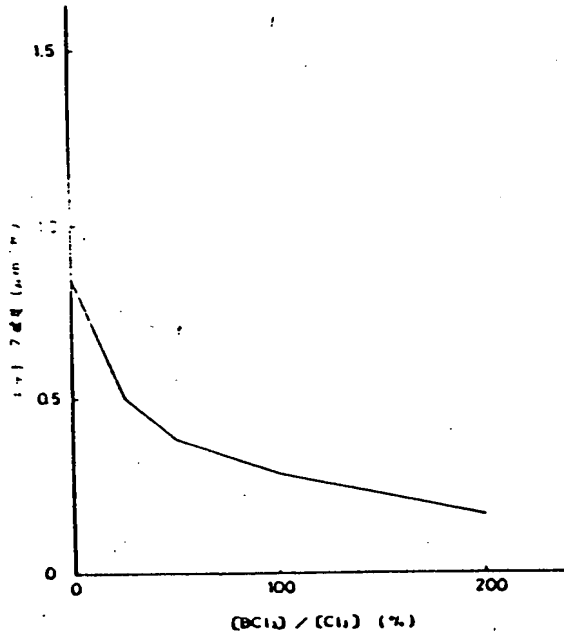
第1図

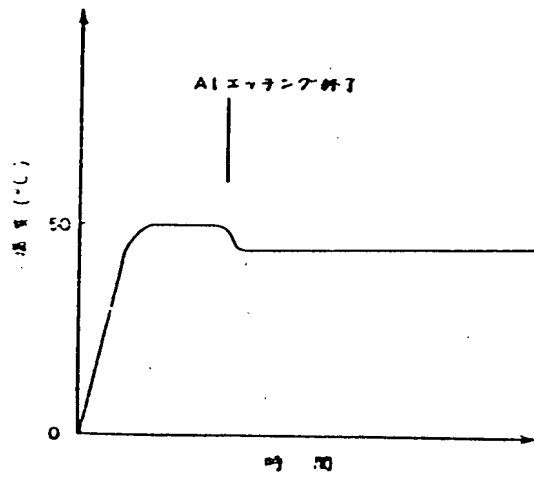


第3図

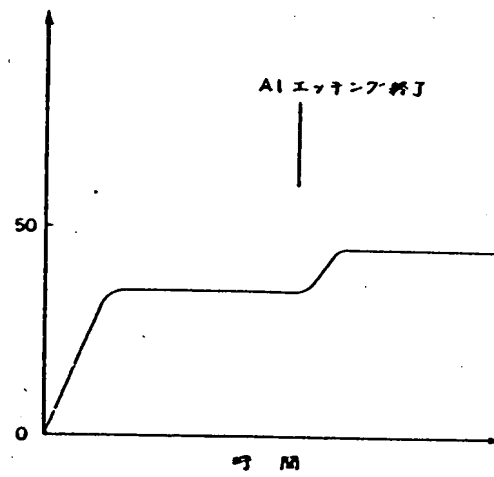


第4図

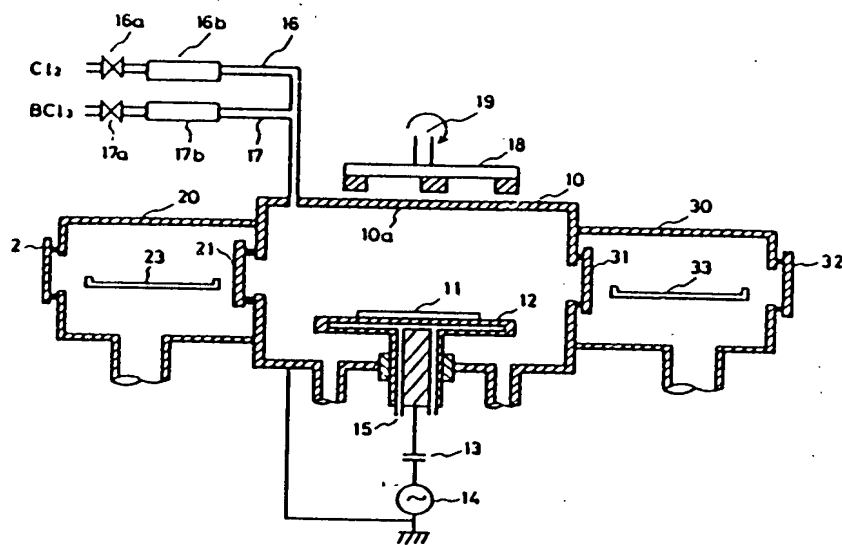




第8図 (a)



第8図 (b)



第9図